Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster in Westfalen.
Direktor: Professor Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber die Einwirkung der Erdalkalichloride auf diastatische Fermente.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

vorgelegt von
Elisabeth Haack
(Zahnärztin)
aus Langerwehe / Rhl.

1935

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe.

Dekan: Professor Dr. Klinge

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann.

Korreferent: Professor Dr. med. et phil. H. Freund.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555426_0151

Die Bestimmung der Wirksamkeit von Fermenten wird zumeist auf zwei verschiedenen Wegen vorgenommen. Es wird einmal die Veränderung des Substrates beobachtet, oder aber es werden die gebildeten Spaltprodukte bestimmt. Auf den Stärkeabbau angewandt stehen zur Messung der Substratveränderung das Verschwinden der Jodreaktion und die Abnahme der inneren Reibung zur Verfügung. Sehr leicht ausführbar und deswegen von den meisten Autoren benutzt ist die von Wohlgemuth[1]) angegebene Methode der Jodfärbung. Das Verschwinden der Jodfärbung zeigt an, daß die Stärke verschwunden ist unter Bildung von Dextrinen, aus denen sich das Endprodukt der Stärkespaltung, die Maltose, bildet. Wie bei allen Nährstoffen, so ist auch der Abbau der Stärke stufenförmig. Dabei ist der Abbau fast stets das Werk nicht eines einzelnen, sondern mehrerer Fermente. Den gesamten Fermentkomplex, der den Abbau der Stärke bis zu seinem Endprodukt bewirkt, bezeichnet man als Amylase. Die Amylase besteht, wie sich aus ihrer Wirkung leicht herleiten läßt, zummindesten aus zwei Fermenten. Die erste Komponente führt die Stärke in Dextrine über und bewirkt das Verschwinden der Jodfärbung. Man bezeichnet sie deswegen auch als Dextrinogenamylase. Die zweite Komponente führt das Dextrin in Maltose über, und man nennt sie wegen der zuckerbildenden Wirkung Saccharogenamylase. Fast alle Untersuchungen über Amylasen wurden mit der Wohlgemuth'schen Methodik durchgeführt. Der gebildete Zucker wurde nur selten ermittelt.

Bei gleichzeitiger Untersuchung der Dextrinbildung und der Zuckerbildung stellte Holmbergh[2]) eine hochgradige Aktivierung der Dextrinase durch n/10 KJ fest, dagegen aber eine

[1]) Wohlgemuth: Biochem. Z. 9. 1. 1908.
[2]) Holmbergh: Bioch. Zeitschr. 145, 244, 1924.

Hemmung der Zuckerbildung. Diese Feststellung ist also wiederum ein Beweis für zwei Fermente. Beweisend und einzig brauchbar für Untersuchungen von Amylasewirkungen ist nur die quantitative Bestimmung der durch die Diastase entstehenden Maltose. Alle mit der Wohlgemuth'schen Methode gewonnenen Erfahrungen sagen nichts aus über die diastatische Wirksamkeit von Amylase = Diastasepräparaten. Der Verzuckerungsgrad kann nach verschiedenen Methoden bestimmt werden, z. B. nach Bertrand mittels Fehling'scher Lösung, oder, wie in der vorliegenden Arbeit, nach Willstätter und Schudel[3]).

Wohlgemuth fand mit seiner Methode eine enorme Steigerung der diastatischen Kraft des Speichels durch Kochsalz, durchschnittlich um das zehnfache, selbst um das 25fache; das gleiche durch alle anderen neutralen Chloride, z. B. durch Erdalkalichloride. Das fördernde Prinzip beruht nach ihm nur auf der Anwesenheit des Chlorions und nicht des Kations.

Auch Iljin[4]) beobachtete in gleicher Weise wie Wohlgemuth die Einwirkung von Natrium-, Lithium-, Calcium-, Barium- und Magnesiumchlorid und fand alle diese Salze aktivierend auf den Stärkeabbau, nur höhere Konzentrationen hemmend. Keeser[5]) zeigte an der Malzdiastase mit der Wohlgemuth'schen Methode, daß Calciumchlorid in allen untersuchten Konzentrationen von m/100 000 — m/1 den Stärkeabbau fördert, während Magnesiumchlorid ihn stets hemmt und zwar in niedrigen Konzentrationen stärker als in hohen.

Untersuchungen über die Zuckerbildung aus Stärke sind bislang im Schrifttum nicht beschrieben.

Es war die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die Zuckerbildung aus Stärke unter der Einwirkung von äquimolaren Lösungen der Erdalkalichloride zu untersuchen. Die Maltose wurde auf jomodetrischem Wege nach Willstätter und Schudel geprüft. Die Versuchsansätze hatten folgende Zusammensetzung:

10 ccm 2,5%ige Stärke (lösliche Stärke Merck),
5 ccm Pufferlösungen (Natriumacetat m/10 p_H = 5,65 bzw. Natriumcitrat m/10 p_H = 8,15),
5 ccm Zusätze bzw. 5 ccm Wasser im Kontrollversuch.
5 ccm Fermentlösung.

---

[3]) Willstätter u. Schudel: Ber. d. chem. Ges. 51, 780, 1918.
[4]) Iljin: Biochem. Z. 145, 14, 1924.
[5]) Keeser: Z. f. exp. Path. u. Pharm. 160, 633, 1931.

Als Fermentmaterial fanden Verwendung: 1. Speichel, 2. Malzdiastase (Merck), 3. Pankreatin (absol. Merck). Die Fermentkonzentrationen sind in den Versuchen angegeben, desgleichen die Versuchsdauer. Alle Versuche wurden bei Zimmertemperatur durchgeführt. Zur Bestimmung der Maltose wurden die Versuchsansätze mit je 10 ccm n/10 Jodlösung und 10 ccm 1%iger Natronlauge versetzt. Nach 15 Minuten wurde mit 3 ccm 20%iger Schwefelsäure angesäuert und das nichtverbrauchte Jod mit n/10 Natriumthiosulfatlösung titriert. Die im Leerversuch verbrauchte Jodmenge, die nur sehr gering ist, wurde von der Jodmenge in den Digestionsversuchen abgezogen. 1 ccm n/10 Jod entspricht 17,15 mg Maltose. Die in den Tabellen angegebenen Maltosewerte beziehen sich auf den gesamten Ansatz. Die Willstätter-Methode ist nur für Verbindungen anwendbar die eine freie Aldehydgruppe enthalten. Ketoverbindungen, wie z. B. Fruktose werden von alkalischen Jodlösungen nicht verändert. Durch Oxydation der Aldehydgruppe zur Karboxylgruppe entsteht die entsprechende Säure. Aus Glukose z. B. Glukonsäure nach folgender Gleichung:

$$CH_2\,(OH) \cdot (CHOH)_4 \cdot CHO + J_2 + 3\ NaOH = CH_2OH \cdot (CHOH)_4 \cdot COONa + 2\ NaJ + 2\ H_2O.$$

Die Alkalimenge darf nicht zu gering sein und muß mindestens für die Neutralisierung der entstehenden Säure ausreichen.

Das Fortschreiten des Stärkeabbaus wurde in einem dritten Kontrollversuch (Kontrollversuche wurden stets doppelt angesetzt) mittels Jodfärbung bestimmt. Es wurden von Zeit zu Zeit 2 ccm aus dem dritten Kontrollansatz entnommen und mit 1 ccm n/1000 Jodlösung versetzt. Die Versuche wurden unterbrochen, wenn mit Jod eine blaßblaue bis rotviolette Farbe auftrat. Die Dextrinbildung aus Stärke war in unseren Versuchen mithin noch nicht vollkommen zum Abschluß gekommen. Läßt man die Versuche längere Zeit stehen, so werden die Unterschiede im Ablauf der Reaktionen geringer, weil die Zuckerbildung aus Stärke wesentlich langsamer vor sich geht als die Dextrinbildung.

Das Reaktionsoptimum der Diastasen wurde mit der Wohlgemuth'schen Methode von Hahn und Harpuder[6]) und von Hahn und Michalik[7]) bestimmt. Es beträgt für die

[6]) Hahn u. Harpuder: Z. f. Biologie, 71, 287, 1920.
[7]) Hahn u. Michalik: ebenda 73, 10, 1921.

Speicheldiastase in Phosphatpufferlösung p_H = 6,4 — 6,5, in Acetatpufferlösung p_H = 5,6 und für die Pankreasdiastase in Phosphatpufferlösung p_H = 7,1 und in Acetatpufferlösung p_H = 5,5, für die Malzdiastase in Acetatpufferlösung p_H = 4,7.

Die angegebenen Reaktionsoptima der Fermentwirkung wurden bisher nur mit der Wohlgemuth'schen Methode bestimmt, nicht aber durch die Menge der gebildeten Maltose. Ob für das Maximum der Verzuckerung dieselben Reaktionsoptima bestehen, läßt sich nicht entscheiden. Es wäre notwendig diese Versuche mit unserer Methodik der direkten Maltosebestimmung durchzuführen. Untersuchungen hierüber sind imgange.

Für unsere Versuche wurde Acetatpufferlösung p_H = 5,65, n/50 — Natriumacetat und Citratpufferlösung p_H = 8,15, m/50 benutzt. Phosphatpufferlösung ist nicht anwendbar, weil die Erdalkalien besonders in höheren Konzentrationen mit Phosphatpuffer unlösliche Phosphate bilden. Ein saurer und ein alkalischer Puffer wurden verwandt, weil die Wirkung von Giften weitgehend von der Reaktion abhängig ist. Nach Auerbach und Pick[8]) beträgt die Reaktion des Duodenalsaftes p_H = 8,3, liegt also im Alkalischen. Es war aus diesem Grunde notwendig die Wirkung der Erdalkalien auf die Pankreasdiastase auch bei schwach alkalischer Reaktion zu untersuchen, selbst wenn das Optimum der Fermentwirkung bei einem niedrigeren p_H liegt. Unsere Versuche haben denn auch ergeben, daß die Stärkeverzuckerung in Acetatpufferlösung wesentlich schneller vonstatten geht als in Citratpufferlösung. Das gilt in gleicher Weise für die Speichel-, Malz- und Pankreasdiastase. Um durch die gleiche Fermentmenge denselben Verzuckerungsgrad zu erzielen, müssen die Citratversuche doppelt so lange digeriert werden wie die Acetatversuche.

Versuchsserie I.

In der ersten Versuchsreihe wurde die Einwirkung der Erdalkalichloride auf die Stärkeverzuckerung durch Speichel untersucht. Die Konzentration des Speichels betrug 1 : 100, die Versuchsdauer der Acetatversuche 2 Stunden, der Citratversuche 4 Stunden. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 niedergelegt.

[8]) Auerbach u. Pick: Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt, 43, 155, 1912 zit. nach Hahn u. Michalik: l. c.

Tabelle 1.

Speichel. Acetatpufferlösung p_H = 5,65, m/50

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers
Kontrollversuch		114	100	103,5	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	114,6	100	102,9	99
	$0{,}2.10^{-4}$	115,8	101	101,4	98
	$0{,}2.10^{-3}$	115,9	101	102,9	99
	$0{,}2.10^{-2}$	115,2	101	103,0	100
	$0{,}2.10^{-1}$	117,0	103	110,7	107
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	116,9	103	102,4	99
	$0{,}2.10^{-4}$	115,9	102	102,1	99
	$0{,}2.10^{-3}$	116,1	102	102,4	99
	$0{,}2.10^{-2}$	114,9	101	103,5	100
	$0{,}2.10^{-1}$	111,0	97	100,0	97
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	115,8	101	102,7	99
+	$0{,}2.10^{-4}$	116,0	102	102,9	99
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-3}$	116,1	102	104,7	101
	$0{,}2.10^{-2}$	116,0	102	104,8	101
	$0{,}2.10^{-1}$	117,9	103	111,5	108
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	116,4	102	103,8	100
	$0{,}2.10^{-4}$	116,1	102	104,1	101
	$0{,}2.10^{-3}$	116,1	102	105,5	102
	$0{,}2.10^{-2}$	114,9	101	105,4	102
	$0{,}2.10^{-1}$	113,7	100	103,8	100
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	116,5	102	105,2	102
	$0{,}2.10^{-4}$	116,8	102	102,0	99
	$0{,}2.10^{-3}$	116,3	102	103,5	100
	$0{,}2.10^{-2}$	115,0	101	102,9	99
	$0{,}2.10^{-1}$	113,1	99	101,4	98

Die Versuche zeigen, daß in Acetatpufferlösung der Abbau der Stärke zu Maltose durch die Erdalkalichloride nicht verändert wird.

In Citratpufferlösung regen sämtliche Erdalkalisalze den Stärkeabbau an. Die Steigerungen sind in allen Fällen nur gering und betragen nur selten über 10 %, meist nur rund 5 %. Am stärksten wirksam sind die höheren Konzentrationen von Magnesiumchlorid und Calciumchlorid. Eine Hemmung der Stärkeverwertung tritt in dem von uns gewählten Wirkungsbereich der Chloride in keinem Falle auf.

Tabelle 2.

Speichel. Citratpufferlösung p_H = 8,15, m/50

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers.
Kontrollversuch		99,5	100	97,0	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	103,9	103	99,4	102
	$0{,}2.10^{-4}$	103,0	103	99,8	103
	$0{,}2.10^{-3}$	104,3	105	101,6	105
	$0{,}2.10^{-2}$	104,5	105	103,9	107
	$0{,}2.10^{-1}$	107,1	108	107,9	111
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	103,5	104	102,0	105
	$0{,}2.10^{-4}$	104,1	105	100,1	103
	$0{,}2.10^{-3}$	104,0	105	102,1	105
	$0{,}2.10^{-2}$	104,5	105	101,9	105
	$0{,}2.10^{-1}$	106,8	107	101,1	104
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	103,9	104	100,8	104
+	$0{,}2.10^{-4}$	102,6	103	100,8	104
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-3}$	106,1	107	103,9	107
	$0{,}2.10^{-2}$	105,4	106	105,0	108
	$0{,}2.10^{-1}$	110,9	111	108,7	112
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	102,4	103	100,8	104
	$0{,}2.10^{-4}$	103,1	103	102,0	105
	$0{,}2.10^{-3}$	103,5	104	103,9	107
	$0{,}2.10^{-2}$	105,0	106	102,2	105
	$0{,}2.10^{-1}$	106,8	107	102,3	105
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	101,8	102	101,9	105
	$0{,}2.10^{-4}$	103,5	104	100,0	103
	$0{,}2.10^{-3}$	105,9	106	102,9	106
	$0{,}2.10^{-2}$	104,7	105	102,4	106
	$0{,}2.10^{-1}$	104,4	105	102,2	105

Versuchsserie II.

Die Versuche mit Malzdiastase zeigen, daß die Zuckerbildung aus Stärke durch die Erdalkalichloride nicht nennenswert verändert wird (Tabelle 3 und 4). Die Konzentration der Malzdiastase betrug in den Versuchen 0,005 %, die Versuchsdauer in Acetatpufferlösung 2 Std., in Citratpufferlösung 4 Stunden.

In Acetatpufferlösung bewirkt lediglich die höchste Konzentration von Magnesiumchlorid und Bariumchlorid eine leichte Steigerung. Hemmung des Stärkeabbaus tritt nicht auf.

Tabelle 3.

Diastase, Acetatpuffer.

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers.
Kontrollversuch		100,0	100	102,1	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	95,7	96	100,6	98
	$0{,}2.10^{-4}$	94,4	94	101,4	99
	$0{,}2.10^{-3}$	102,0	102	102,1	100
	$0{,}2.10^{-2}$	99,3	99	101,8	99
	$0{,}2.10^{-1}$	108,0	108	110,5	108
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	100,6	101	105,0	103
	$0{,}2.10^{-4}$	101,5	101	104,4	102
	$0{,}2.10^{-3}$	101,5	101	104,9	103
	$0{,}2.10^{-2}$	100,9	101	103,7	101
	$0{,}2.10^{-1}$	98,0	98	104,0	102
$MgCl_2$ + $CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	100,6	101	104,9	103
	$0{,}2.10^{-4}$	100,5	100	104,9	103
	$0{,}2.10^{-3}$	99,2	99	105,2	103
	$0{,}2.10^{-2}$	98,0	98	105,8	103
	$0{,}2.10^{-1}$	102,4	102	105,0	103
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	102,1	102	104,1	102
	$0{,}2.10^{-4}$	103,5	103	106,0	104
	$0{,}2.10^{-3}$	100,6	101	105,3	103
	$0{,}2.10^{-2}$	102,9	103	105,9	104
	$0{,}2.10^{-1}$	101,1	101	106,1	104
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	96,9	97	97,6	96
	$0{,}2.10^{-4}$	102,9	103	105,0	103
	$0{,}2.10^{-3}$	103,0	103	104,9	103
	$0{,}2.10^{-2}$	104,6	105	106,5	104
	$0{,}2.10^{-1}$	104,9	105	111,4	109

In Citratpufferlösung führt die höchste Bariumchloridkonzentration zu einer hochgradigen Verzögerung der Zuckerbildung. Die Hemmung beträgt rund 85 %, während in Acetatpufferlösung die gleiche Bariumkonzentration den Stärkeabbau leicht fördert.

Versuchsserie III.

In den Pankreatinversuchen war die Fermentkonzentration die gleiche wie in den Diastaseversuchen, desgleichen die Versuchsdauer.

Tabelle 4.

Diastase, Citratpuffer.

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers.
Kontrollversuch		74,4	100	76,0	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	74,3	100	76,4	101
	$0{,}2.10^{-4}$	72,7	98	75,9	100
	$0{,}2.10^{-3}$	72,9	98	75,3	99
	$0{,}2.10^{-2}$	73,7	99	74,6	98
	$0{,}2.10^{-1}$	73,4	99	68,3	90
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	75,3	101	75,6	99
	$0{,}2.10^{-4}$	76,5	103	75,1	99
	$0{,}2.10^{-3}$	71,8	97	78,1	103
	$0{,}2.10^{-2}$	71,6	96	77,6	102
	$0{,}2.10^{-1}$	73,5	99	76,9	101
$MgCl_2$ + $CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	69,7	94	74,6	98
	$0{,}2.10^{-4}$	65,6	88	77,0	101
	$0{,}2.10^{-3}$	69,1	93	76,4	101
	$0{,}2.10^{-2}$	73,7	99	79,0	104
	$0{,}2.10^{-1}$	73,0	98	78,5	103
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	70,8	96	76,1	100
	$0{,}2.10^{-4}$	69,5	94	78,5	103
	$0{,}2.10^{-3}$	71,0	96	76,8	101
	$0{,}2.10^{-2}$	70,0	94	76,4	101
	$0{,}2.10^{-1}$	73,6	99	72,6	105
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	70,3	95	76,0	100
	$0{,}2.10^{-4}$	71,8	97	76,4	101
	$0{,}2.10^{-3}$	72,0	97	75,5	100
	$0{,}2.10^{-2}$	54,8	78	76,4	101
	$0{,}2.10^{-1}$	10,09	14	12,15	16

Im Gegensatz zu den Versuchen mit Speichel und Malzdiastase wird die Wirksamkeit der Pankreasdiastase durch die Erdalkalien sehr stark verändert, besonders stark in Citratpufferlösung. (Tabelle 5 und 6.) In allen Fällen führt der Zusatz der Erdkalichloride zu einer Aktivierung der Pankreasamylase. Der fördernde Einfluß steigt mit der Konzentration an. Besonders günstig beweist sich gleichzeitiger Zusatz von Magnesium- und Calciumchlorid. Beide Stoffe für sich allein wirken in äquimolekularer Lösung gleich stark fördernd. In der Kombination addiert sich besonders in Versuch 2 die Wirkung der beiden

Tabelle 5.

Pankreatin, Acetatpuffer.

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers.
Kontrollversuch		55,0	100	73,0	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	56,1	102	72,2	99
	$0{,}2.10^{-4}$	56,4	102	74,5	102
	$0{,}2.10^{-3}$	56,1	102	76,5	105
	$0{,}2.10^{-2}$	58,9	107	75,1	103
	$0{,}2.10^{-1}$	62,6	114	79,5	109
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	55,6	101	73,6	101
	$0{,}2.10^{-4}$	57,5	105	73,5	101
	$0{,}2.10^{-3}$	59,0	107	75,1	103
	$0{,}2.10^{-2}$	59,8	109	77,1	105
	$0{,}2.10^{-1}$	62,6	114	80,0	110
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	56,0	102	76,0	104
+	$0{,}2.10^{-4}$	57,0	104	77,0	105
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-3}$	59,4	108	79,6	109
	$0{,}2.10^{-2}$	61,2	111	80,3	110
	$0{,}2.10^{-1}$	66,6	121	85,3	117
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	61,2	111	76,5	105
	$0{,}2.10^{-4}$	58,2	107	80,4	110
	$0{,}2.10^{-3}$	59,8	109	80,6	110
	$0{,}2.10^{-2}$	60,2	109	84,5	116
	$0{,}2.10^{-1}$	63,0	114	80,6	110
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	58,2	107	79,0	108
	$0{,}2.10^{-4}$	61,2	111	84,4	115
	$0{,}2.10^{-3}$	61,2	111	83,6	113
	$0{,}2.10^{-2}$	62,8	114	84,4	115
	$0{,}2.10^{-1}$	63,0	114	86,2	118

Salze; $0{,}2 \cdot 10^{-1}$ m Magnesiumchlorid hat hier den Stärkeabbau um 9 %, die gleiche Konzentration des Calciumchlorids um 10 % gesteigert. Die Steigerung bei der Kombination beträgt 17 %.

Die Steigerungswirkungen der Erdkalichloride machen sich besonders stark bei schwach alkalischer Reaktion, wie sie auch im Darm besteht, bemerkbar. So beobachten wir in Citratpufferlösungen Steigerungen von z. T. über 40 %. Alle Erdalkalichloride wirken in der gleichen Richtung. Bereits starke Verdünnungen von $0{,}2 : 10^{-5}$ m sind deutlich wirksam. Die Wirkung

steigt mit der Konzentration an und ist in allen Fällen bei der höchsten von uns angewandten Konzentration sehr stark. Calcium- und Magnesiumsalze steigern sich nur gelegentlich in ihrer Wirkung, sie schwächen sich dagegen in keinem Fall ab.

Tabelle 6.

Pankreatin, Citratpuffer.

		mg Maltose	% vom Kontrollvers.	mg Maltose	% vom Kontrollvers.
Kontrollversuch		67,0	100	59,2	100
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	68,9	103	61,2	101
	$0{,}2.10^{-4}$	72,9	109	63,3	107
	$0{,}2.10^{-3}$	74,0	111	70,2	119
	$0{,}2.10^{-2}$	79,4	118	74,3	125
	$0{,}2.10^{-1}$	89,1	133	83,1	141
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	72,9	109	62,6	106
	$0{,}2.10^{-4}$	72,1	106	65,7	111
	$0{,}2{,}10^{-3}$	76,3	114	69,3	117
	$0{,}2.10^{-2}$	81,6	122	74,7	126
	$0{,}2.10^{-1}$	88,3	132	76,0	128
$MgCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	72,2	108	62,1	105
+	$0{,}2.10^{-4}$	74,5	111	66,0	111
$CaCl_2$	$0{,}2.10^{-3}$	86,1	128	71,1	120
	$0{,}2.10^{-2}$	89,6	134	76,3	129
	$0{,}2.10^{-1}$	92,0	137	86,4	146
$SrCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	68,0	101	63,8	108
	$0{,}2.10^{-4}$	71,4	106	64,6	109
	$0{,}2.10^{-3}$	75,7	113	71,1	120
	$0{,}2.10^{-2}$	81,5	122	75,0	127
	$0{,}2.10^{-1}$	83,6	125	77,1	130
$BaCl_2$	$0{,}2.10^{-5}$ m	72,6	108	66,5	112
	$0{,}2.10^{-4}$	69,1	103	66,6	112
	$0{,}2.10^{-3}$	76,7	114	69,6	118
	$0{,}2.10^{-2}$	82,6	123	77,3	130
	$0{,}2.10^{-1}$	84,3	126	78,0	132

Zusammenfassung.

Die Zuckerbildung aus Stärke durch die Speicheldiastase und dieMalzdiastase wird durch dieChloride der Erdalkalien nicht verändert. Die Stärkeverzuckerung durch Pankreatin dagegen wird, besonders stark bei alkalischer Reaktion, angeregt. Alle Erdalkalien wirken prinzipiell gleich; die Wirkung nimmt mit der Konzentration zu. In saurer Lösung ist die Erdalkaliwirkung wesentlich schwächer als in alkalischer Lösung und zwar nur rund ⅓ so groß.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 16. Juni 1908 als Tochter des Bürgermeisters Hans Haack und seiner Ehefrau Klara geb. Scharrenbroich zu Freudenburg im Kreise Saarburg.

Seit 1910 ist mein Vater Bürgermeister in Langerwehe/Rhld., wo ich auch ein Jahr die Volksschule besuchte. Ostern 1927 bestand ich als Schülerin des Städtischen Oberlyzeums in Düren das Abiturientenexamen.

In den vorklinischen Semestern studierte ich in Bonn. In Münster i. W. bestand ich am 2. März 1933 die zahnärztliche Vorprüfung und im Herbst 1934 das zahnärztliche Staatsexamen.

Elisabeth Haack.